

PAT-NO: JP405196377A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05196377 A  
TITLE: HEAT EXCHANGER  
PUBN-DATE: August 6, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SAPERSTEIN, ZALMAN P	N/A
HUGHES, GREGORY G	N/A
GUNTLY, LEON A	N/A
ROGERS, JAMES C	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MODINE MFG CO	N/A

APPL-NO: JP04244078

APPL-DATE: August 21, 1992

INT-CL (IPC): F28D007/04

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a heat exchanger which can be constructed into both counter current type and cross current type in order to achieve highly efficient heat exchange and can be manufactured relatively inexpensively.

CONSTITUTION: A heat exchanger comprises a flat extrusion 14 wound to define a gap 26 between adjacent turns 16, 18, 20, 24 while having an inner fluid channel 30, and a fluid-tight housing 10 for containing the extrusion. A

baffle 58 or a seal is employed to define a cross current  
or a counter current  
heat exchanger.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-196377

(43)公開日 平成5年(1993)8月6日

(51)Int.Cl.<sup>3</sup>

F 2 8 D 7/04

識別記号

庁内整理番号

7153-3L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-244078

(22)出願日 平成4年(1992)8月21日

(31)優先権主張番号 7 4 8 6 7 3

(32)優先日 1991年8月22日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 592079675

モーディーン・マニュファクチャリング・  
カンパニー

MODINE MANUFACTURING  
COMPANY

アメリカ合衆国53403ウィスコンシン州ラ  
シーン、デコーベン・アベニュー1500

(72)発明者 ザルマン・ビー・サバースタイン

アメリカ合衆国イリノイ州レイク・プラ  
フ、ウォリントン・ドライブ12

(74)代理人 弁理士 倉内 基弘 (外1名)

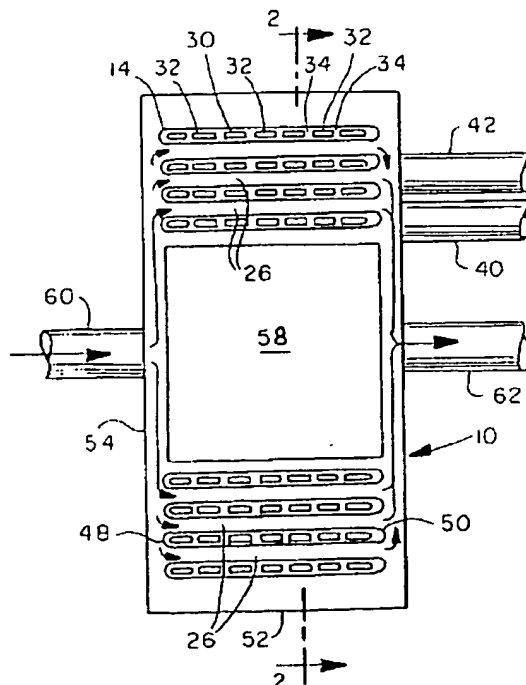
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱交換器

(57)【要約】

【目的】高能率の熱交換を達成するために向流型にでも、直交流型にでも構成することができ、しかも、比較的安価に製造することができる熱交換器を提供すること。

【構成】巻き体を構成するように、各隣接する巻きと巻き(16, 18, 20, 24)の間に隙間(26)が画定されるようにして巻回されており、内部に流体チャンネル(30)を有する扁平な押出成形物(14)と、該押出成形物を収容する流体密ハウジング(10)とから成る熱交換器。十字流型又は向流型熱交換器を構成するためにじゃま板(58)又はシール(82, 84)を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】開放中心部と、外周面と、両側面を有する巻き体を構成するように、各隣接する巻きと巻きの間に隙間が画定されるようにして巻回されており、内部に流体チャンネルを有する扁平な断面形状の押出成形物と、該押出成形物を収容するものであり、該押出成形物の外周面を圍繞する湾曲壁と、該押出成形物の巻き体の前記両側面に近接しているが、それから離隔しており、該湾曲壁に結合された両端壁とを含む流体密ハウジングと、該ハウジングに連結され、前記流体チャンネルのそれぞれ対応する一端と他端に流体連通状態に接続された1対の第1流体ポートと、

前記押出成形物の巻き体の開放中心部にほぼ整合するようにして前記ハウジングの一方の端壁の中央に接続された、該ハウジング内への第2流体入口と、前記押出成形物の巻き体の開放中心部にほぼ整合するようにして前記ハウジングの他方の端壁の中央に設けられた開口を含む、該ハウジング内からの第2流体出口と、前記入口から出口へ流れる第2流体が前記巻き体の各隣接する巻きと巻きの間の隙間を通して流れるようにするために前記開放中心部を実質的に閉鎖する、じゃま板を含む手段と、から成る熱交換器。

【請求項2】前記押出成形物は、複数の前記流体チャンネルを有していることを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

【請求項3】互いに熱伝達関係をなすように並置され、流体流路として互いに分離して全長に互って延長した少くとも2つの内部流体チャンネルを有しており、巻き体又は折り畳み体を構成するように巻回された細長い押出成形物と、

該押出成形物の両端に設けられ、前記流体チャンネルの1つの両端にそれぞれに流体連通する第1対の継手を構成するポートと、

該押出成形物の両端に設けられ、前記流体チャンネルの他の1つの両端にそれぞれ流体連通する第2対の継手を構成するポートと、から成る熱交換器。

【請求項4】前記押出成形物は、少くとも3つの互いに熱伝達関係をなすように並置された前記流体チャンネルを有しており、それらの流体チャンネルのうちの2つは、その両端で前記第1対のそれぞれ対応する継手に流体連通しており、それらの流体チャンネルのうちの他の1つは、前記2つの流体チャンネルの間に配置され、その両端で前記第2対のそれぞれ対応する継手に流体連通していることを特徴とする請求項3に記載の熱交換器。

【請求項5】前記他の1つの流体チャンネルの両端は、前記2つの流体チャンネルの両端を越えて突出した突出部を有していることを特徴とする請求項4に記載の熱交換器。

【請求項6】前記第1対の継手は、筒状であって、前記2つの流体チャンネルの開放した両端の回りに接合され

ており、前記他の1つの流体チャンネルの両端の前記突出部を通すための開口を有しており、前記第2対の継手は、それぞれ対応する該突出部に連結されていることを特徴とする請求項3に記載の熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、熱交換器に関し、特に、蒸発、圧縮、凝縮及び膨脹の通常の冷凍サイクルにおいて蒸気圧縮を受ける第1冷媒と、該第1冷媒によって冷却される液体である第2冷媒との間で熱を交換する働きをする蒸発器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】いろいろな熱交換操作において、向流型又は直交流型等のいろいろなタイプの熱交換器が古くから用いられている。向流型熱交換器の1つのタイプとして、内外2つの同心管を使用するタイプのものがある。内側管に第1熱伝達流体（即ち、冷媒又は熱媒体）が一定の方向に通され、第2熱伝達流体は、内側管の外壁と外側管の内壁との間の空間を通して反対方向に通される。この種の熱交換器は、その1つの例としては、剛性のパイプで製造され、そのパイプの1つ又はそれ以上の流路が慣用のパイプ継手によって相互に連結される。あるいは別の例として、連続した一定の長さの可撓性のチューブを巻回して巻き体とし、その両端に継手を設けることによって構成される熱交換器がある。あるいは又、銅製の内側チューブと、鋼性の外側チューブとを、両端に継手を設けず一体に形成することによって製造された熱交換器も知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来技術の熱交換器構造は、それぞれ企図された目的のために良好に機能するものであるが、パイプ継手を備えた剛性パイプを用いるのは、組立作業の点で多大の労働力を必要とするという欠点があり、一方、同心チューブを一体部材として形成するには、精巧な高性能の装置を必要とするので、製造費が高くなる。本発明は、従来技術の上記の欠点を克服することを企図したものである。従って、本発明の目的は、高能率の熱交換を達成するために向流型にでも、直交流型にでも構成することができ、しかも、比較的安価に製造することができる新規な改良された熱交換器を提供することである。本発明の他の目的は、製造コストの安い蒸発器として使用するのに特に適した新規な改良された熱交換器を提供することである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の一側面においては、上記課題を解決するために、互いに熱伝達関係をなすように並置され、流体流路として互いに分離して全長に互って延長した少くとも2つの内部流体チャンネルを有しており、巻き体又は折り畳み体を構成するように巻回された細長い押出成形物と、該押出成形物の両端に設

けられ、前記流体チャンネルの1つの両端にそれぞれに流体連通する第1対の継手を構成するポートと、該押出成形物の両端に設けられ、前記流体チャンネルの他の1つの両端にそれぞれ流体連通する第2対の継手を構成するポートとから成る熱交換器が提供される。

【0005】この構造によれば、熱交換器を製造の容易な部材、主として、容易に形成することができる押出成形物で簡単に製造することができる。一実施例においては、上記押出成形物は、各々1つの前記流体チャンネルを有し、互いに銜接係に並置された2つの別個の押出成形物とすることができる。別の実施例においては、上記押出成形物は、前記両方の流体チャンネルを有する単一の押出成形物とすることができる。

【0006】本発明によれば、上記押出成形物の断面形状を、長軸線と短軸線を有するほぼ楕円又は長方形とすることができ、上記各流体チャンネルの長軸線を押出成形物の断面の長軸線にほぼ平行にする。各流体チャンネルは、それを横切って延長した補強ウエブを有する。

【0007】本発明によれば、上記押出成形物は、少くとも3つの流体チャンネルを有する単一の押出成形物とすることもできる。その場合、それらの3つの流体チャンネルのうちの2つは、その両端で前記第1対のそれぞれ対応する継手に流体連通させ、それらの流体チャンネルのうちの他の1つは、前記2つの流体チャンネルの間に配置し、その両端で前記第2対のそれぞれ対応する継手に流体連通させる。

【0008】本発明の別の側面においては、上記課題を解決するために、開放中心部と、外周面と、両側面を有する巻き体を構成するように、各隣接する巻きと巻きとの間に隙間が画定されるようにして巻回されており、内部に流体チャンネルを有する扁平な断面形状の押出成形物と、該押出成形物を収容するものであり、該押出成形物の外周面を囲繞する湾曲壁と、該押出成形物の巻き体の前記両側面に近接しているが、それから離隔しており、該湾曲壁に結合された両端壁とを含む流体密ハウジングと、該ハウジングに連結され、前記流体チャンネルのそれぞれ対応する一端と他端に流体連通状態に接続された1対の第1流体ポートと、前記押出成形物の巻き体の開放中心部にほぼ整合するようにして前記ハウジングの一方の端壁の中央に接続された、該ハウジング内への第2流体入口と、前記押出成形物の巻き体の開放中心部にほぼ整合するようにして前記ハウジングの他方の端壁の中央に設けられた開口を含む、該ハウジング内からの第2流体出口と、前記入口から出口へ流れるとから成る熱交換器が提供される。

【0009】この熱交換器構造の一実施例においては、上記第2流体入口と第2流体出口は、前記巻き体の両側面にそれぞれ配置し、第2流体が巻き体の各隣接する巻きと巻きとの間の隙間を通して流れるようにするための前記手段は、巻き体の前記開放中心部に配設されたじゃま

板を含む構成とする。別の実施例によれば、上記第2流体入口と第2流体出口のどちらか一方を巻き体の前記開放中心部に開口させ、他方を巻き体の外周面に対して開口させ、第2流体が巻き体の各隣接する巻きと巻きとの間の隙間を通して流れるようにするための前記手段は、巻き体の両側面を前記ハウジングに対して密封するシールから成るものとすることができる。

【0010】

【実施例】図1及び2を参照すると、本発明の一実施例による熱交換器が示されている。この熱交換器は、2つの基本的な部材から成っている。1つは、円筒体として例示された液密の、即ち密封されたハウジング10であり、他の1つは、このハウジング10内に収容されたコア12である。図2にみられるように、コア12は、任意の適当な材料（通常は、アルミニウム）で押出成形された細長い押出成形物14から成っている。押出成形物14は、各隣接する回旋即ち巻き16、18、20、24の間に狭い隙間26が画定されるように巻回され、巻き体として形成されている。これらの隙間26を設定するために任意の適当なスペーサ（図示せず）を用いることができる。

【0011】図1にみられるように、押出成形物14は、断面扁平であり、ウエブ34によって互いに分離された複数の通路32によって構成された内部流体チャンネル30を有している。内部流体チャンネル（以下、単に「チャンネル」とも称する）30は、押出成形物14の一端36から他端38にまで延長しており、該両端36、38において筒状の継手40、42に流体連通状態に開口している。図1にみられるように、継手40、42はハウジング10の外部に突出している。

【0012】通常、ウエブ34は、各通路32を流体流路として互いに平行関係即ち並列関係をなして分離させるようになされており、それらの通路32によってチャンネル30が構成されている。即ち、チャンネル30は、複数の平行な通路32によって構成される。ただし、一般的には、熱交換器の用途に応じて、ウエブ34を設けることが望ましいが、そのようなウエブは必須要件ではない。ウエブ34は、又、チャンネル30内の流体が押出成形物14を膨脹させて破断又は破裂させるおそれを防止する補強部材として機能するとともに、熱伝達のために利用し得る面積を増大させる役割をも果たす。

【0013】好ましい実施例では、コア12は、押出成形物14を、図2にみられるように、らせん状に巻回した巻き体によって構成する。押出成形物14の巻き体は、開放中心部44、外周面46及び両側面48、50を有する。ハウジング10は、湾曲壁（この実施例では円筒形の壁）52と、コア12即ち押出成形物14の巻き体の両側面48、50に近接しているが、それから離隔しており、湾曲壁52に結合された両端壁54、56

を有する。コア12の開放中心部44には、ハウジングの端壁54、56から離隔するようにしてプラグ又は中心じゃま板58が配設されている。

【0014】ハウジング10の円筒形の壁52と同心関係をなすようにして、ハウジング10の一方の端壁54と他方の端壁56の中央に、それぞれ押出成形物14の巻き体の開放中心部44にはほぼ整合する入口ポート60と出口ポート62が設けられている。一方の熱伝達流体は、図1に矢印で示されるように、入口ポート60を  
10 通ってハウジング10内に流入し、じゃま板58によって半径方向外方へ導かれ、押出成形物14の隣接する巻きと巻きとの隙間26を  
通って押出成形物14の反対側に流れ、中心に向かって半径方向内方へ流れ、出口ポ  
ート62を  
通ってハウジング10から流出する。この熱交換器が蒸発器として用いられる場合は、この流れ経路を流れるのは、通常、第2熱伝達流体即ち第2冷媒である。第1冷媒は、押出成形物14の継手40又は42の一方から押出成形物14の内部流体チャンネル30に通され、他方の継手から導出される。

【0015】図3及び4を参照すると、図1及び2の実施例に非常に類似しているが、向流型熱交換器に適用するための本発明の変型実施例が示されている。説明を簡略にするために、図1及び2の実施例のものと同様の部品は同じ参照番号で示されている。この実施例のハウジング10は、図1、2の実施例の場合と同様に、円筒形の壁52と、壁52に結合された両端壁54、56を有するものである。このハウジング10内に收容されるコア12は、それを構成する押出成形物14の構造自体は図1、2の実施例のものと同じであるが、押出成形物14の巻き体の両側面48と50との間の間隔が、後述する目的のためにハウジング10の両端壁54と56との間の間隔と実質的に等しくされている点で異なる。押出成形物14は、継手40、42を備えており、ハウジング10に出口ポート62が設けられている点も、先の実施例の場合と同じである。しかしながら、この実施例では、押出成形物14の開放中心部44にじゃま板58が設けられておらず、入口ポート60も設けられていない。入口ポート60に代えて、入口ポート80を円筒壁52を貫通して挿入し、好ましくは継手40の近傍で押出成形物14の外周面46に対して開口させる。  
30

【0016】この実施例では、図3に明示されるように、押出成形物14の側面48、50は、ハウジング10の対応する側壁54、56に密封係合させる。この密封は、いろいろな要素を考慮して、図3に点82、84で示されるように押出成形物の側面48、50とハウジングの側壁54、56との単なる接触によって行うこともでき、あるいは、コーキング材等の実際の物理的シールを用いて行うこともできる。あるいは、押出成形物の側面48、50をハウジングの側壁54、56にろう付け又ははんだ付け等により結合することによって両者を  
50

密封することもできる。

【0017】この実施例では、第1冷媒をポート40又は42のどちらかを通して押出成形物14の内部即ち流体チャンネル30に導入し、第2冷媒を入口ポート80に導入することが望ましい。押出成形物14の側面48、50がハウジング10の内部に対して密封されているので、入口ポート80を  
通って流入してきた第2冷媒は、出口ポート62を  
通って流出するには、押出成形物14の各隣接する巻きの間に画定される隙間26によって形成されるらせん状の経路を通らなければならない。第2冷媒をポート80からポート62に向けて通流させるとすると、この熱交換器において向流流れを得るためには、第1冷媒は、押出成形物14の継手42に流入させ継手40から流出させればよい。

【0018】用途によっては、ハウジング10のようなハウジングの使用を完全に排除することが望ましい場合がある。その目的のために、押出成形物だけで構成した熱交換器の実施例が、図5〜8に示されている。この実施例の押出成形物100も、先の実施例のものとはほぼ同様にらせん状に巻回された(図5参照)、断面扁平な(図6参照)細長い押出成形物であるが、以下に説明するように、第1流体のための第1流れ経路と第2流体のための第2流れ経路の2つの流れ経路を有しているという点で先の実施例とは異なる。従って、この実施例の押出成形物100は、その内部で熱交換するための第1流体のための第1流れ経路に流体連通するように該押出成形物の両端で第1対の継手106、108と、該押出成形物の内部で熱交換するための第2流体のための第2流れ経路に流体連通するように該押出成形物の両端で第2対の継手102、104を備えている。  
40

【0019】図6には、押出成形物100は、楕円形の断面形状を有するものとして示されているが、長方形や非四角形の形状とすることもできる。図6に示された断面は、長軸線110と短軸線112を有している、図示の実施例では、押出成形物100内に、いずれも長軸線110に平行な長軸線を有する3つの流体チャンネルが形成されている。それらのうちの2つは、上述した第1流体のための第1流れ経路を構成する側部流体チャンネル120、122であり、第1対の継手106、108に流体連通する。他の1つは、側部流体チャンネル120、122の間に配置されており、上述した第2流体のための第2流れ経路を構成する中央流体チャンネル114であり、両端において第2対の継手102、104に流体連通する。中央流体チャンネル114は、先の実施例の押出成形物100内の通路32と同様の複数の通路116から成り、それらの通路は補強ウェブ118によって互いに分離されている。同様に、側部流体チャンネル120、122も、それぞれ、補強ウェブ126によって互いに分離された複数の通路124と、補強ウェブ130によって互いに分離された複数の通路128

によって構成されている。通常の場合、これらの通路116、124、128は、互いに分離しており、流体通路として互いに平行関係即ち並列関係をなしている。ただし、この構成は必須要件ではなく、ウェブによって提供される補強機能が十分に保持され、ウェブによって提供される熱交換表面が存在しさえすればよい。

【0020】図7に示されるように、押出成形物100の両端において、側部流体チャンネル120、122の端部を切除して中央流体チャンネル114の端部を突出部140として突出させることができる。継手106は、筒状に形成することができ、それを側部流体チャンネル120、122の開放端の周りに接合する。この継手106には、突出部140を通すための開口144を形成することができる。中央流体チャンネル114の突出部140に継手102を連結する。押出成形物100の他端に設けられる継手104、108も、それぞれ継手102、106と同じ構造とすることができる。

【0021】本発明のこの実施例においては、第1冷媒を例えば継手106から側部流体チャンネル120、122を通して通流させて継手108から流出させることができる。その場合、向流型熱交換を達成するために、第2冷媒は、継手104から第1冷媒とは反対方向に中央流体チャンネル114を通して通流させ継手108から流出させる。

【0022】図9、10は、本発明の更に別の実施例を示す。この実施例においては、ハウジング10の使用を完全に排除することができ、しかも、図6の実施例の押出成形物100より構造が簡単な押出成形物を使用する。この実施例は、又、必ずしもらせん状に巻回する必要はなく、他のいろいろな形態にすることができることをも例示している。これは、上述したいずれの実施例の押出成形物にも当てはまることである。

【0023】図9、10の実施例の熱交換器は、互いに衝接させ、熱交換関係に並置させて巻回した2つの押出成形物150、152から成る。一方の押出成形物152は、その一端に第1ポート又は継手154を、他端に第2ポート又は継手156を有する。同様に、他方の押出成形物150は、その一端に第1ポート又は継手158を、他端に第2ポート又は継手160を有する。図10に示されるように、各押出成形物に流体チャンネルが形成されている。即ち、第1押出成形物150は、例えば第1流体のための内部流体チャンネル162を有し、第2押出成形物152は、第2流体のための内部流体チャンネル164を有している。流体チャンネル162は、補強ウェブ68によって流体通路として互いに分離された複数の通路166によって構成され、同様にして、流体チャンネル164は、補強ウェブ172によって流体通路として互いに分離された複数の通路174によって構成されている。やはりこの実施例の場合も、これらの通路166、174は、図5～8の実施例に関連

して先に述べた条件が満たされる限り、必ずしも互いに分離させる必要はない。

【0024】通常、熱交換流体の一方例えば第1冷媒を流体チャンネル162に通し、他方の熱交換流体例えば第2冷媒を流体チャンネル164に通す。良好な熱交換を達成するためには、先に述べたように2つの押出成形物150と152を図10に示されるように互いに衝接させる必要がある。隣接する2つの押出成形物の間の熱伝達を最大限にするために両押出成形物を両者の界面174においてろう付け又ははんだ付け等の冶金学的接合によって結合することが好ましい。

【0025】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、図1及び2の実施例は、極めて能率的で、かつ、安価に製造することができる直交流型熱交換器を提供する。又、第1冷媒を通すための手段として押出成形物14を使用することにより、高い効率を達成することができることに注目すべきである。周知のように、今日、空気/冷媒型蒸発器の多くは、主として自動車用空調装置として使用するためにアルミニウムで製造されている。従って、第1冷媒側（蒸気側）の効率の高い熱伝達を達成するために流体チャンネル30を構成する通路32及びウェブ34を最適化するための技術自体は、熱交換器産業において周知である。同様にして、図3及び4の実施例は、極めて能率的で、かつ、安価に製造することができる向流型熱交換器を提供する。この実施例の場合も、その熱交換器の蒸気側即ち第1冷媒側の熱交換を最大限にするための周知の技術を利用することができる。

【0026】図5～8の実施例も、極めて能率的で、かつ、安価に製造することができる向流型熱交換器を提供することは、以上の説明から明らかである。そして、この実施例の場合も、周知の技術を用いることによって、熱交換を最大限にするためにその熱交換器の蒸気側即ち第1冷媒側の通路124、128及びウェブ126、130を容易に設計することができる。

【0027】図9、10の実施例も、極めて能率的で、かつ、安価に製造することができる向流型熱交換器を提供する。そして、周知の技術を用いることによってアルミニウム押出成形物のような安価な材料でその熱交換器の第1冷媒側の熱交換係数を最大限にするように設計することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、図2の線1-1に沿って見た本発明の一実施例による熱交換器の断面図である。

【図2】図2は、図1の線2-2に沿って見た熱交換器の断面図である。

【図3】図3は、図1と同様の図であるが、本発明の第1変型実施例による熱交換器の断面図である。

【図4】図4は、図2と同様の図であるが、本発明の第2変型実施例による熱交換器の断面図である。

【図5】図5は、図2及び4と同様の図であるが、本発明の第2変型実施例による熱交換器の断面図である。

【図6】図6は、図5の実施例に用いられる押出成形されたチューブの断面図である。

【図7】図7は、図5及び6の実施例に用いられるポート部材の拡大部分断面図である。

【図8】図8は、図7のポート部材の部分透視図である。

【図9】図9は、本発明の更に別の実施例による熱交換器の平面図である。

【図10】図10は、図9の線10-10に沿って見た熱交換器の断面図である。

【符号の説明】

10：ハウジング

12：コア

14：押出成形物

16, 18, 20, 24：巻き

26：隙間

30：流体チャンネル

32：通路

34：ウエブ

40, 42：継手（流体ポート）

44：開放中心部

46：外周面

48, 50：側面

52：湾曲壁

54, 56：端壁

58：じゃま板

60：入口ポート

62：出口ポート

80：入口ポート

82, 84：シール

100：押出成形物

102, 104：第2対の継手

106, 108：第1対の継手

114, 120, 122：流体チャンネル

124, 128：通路

126, 130：ウエブ

140：突出部

144：開口

150, 152：押出成形物

154, 156：ポート

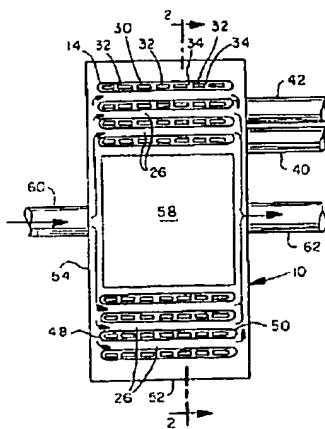
20 158, 160：ポート

162, 164：流体チャンネル

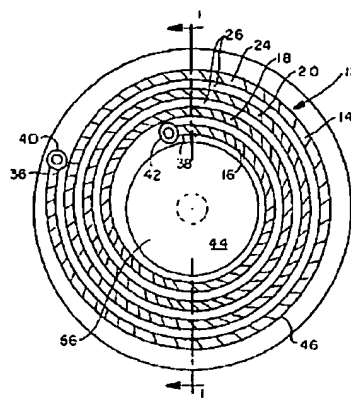
166, 170：通路

168, 172：ウエブ

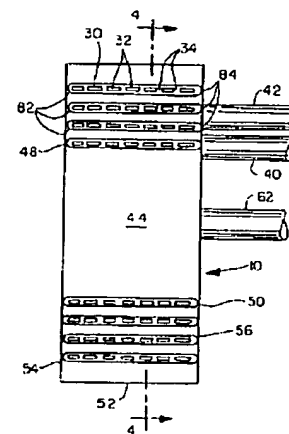
【図1】



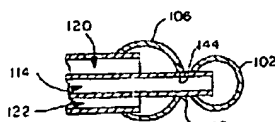
【図2】



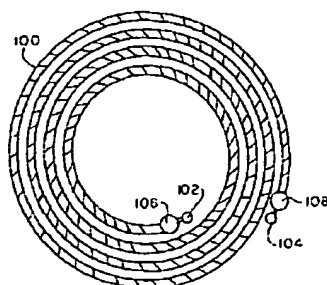
【図3】



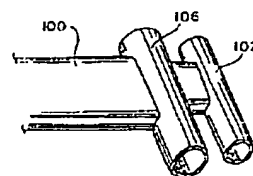
【図7】



【図5】

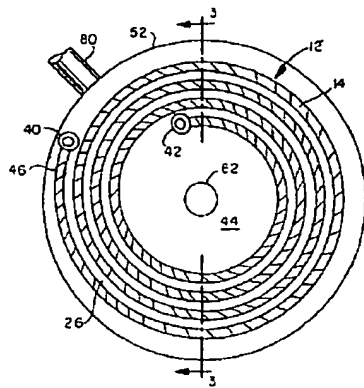


【図8】

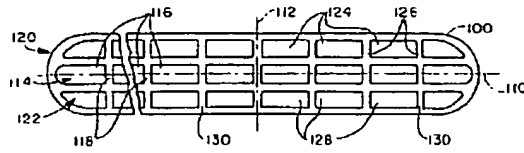




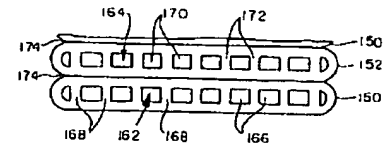
【図4】



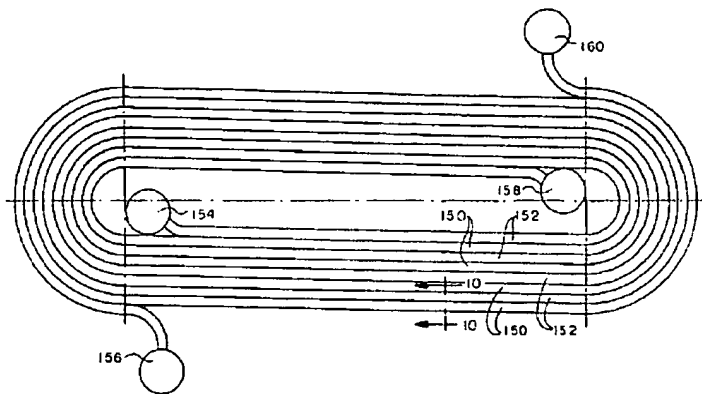
【図6】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 グレゴリー・ジー・ヒューズ  
アメリカ合衆国ウィスコンシン州ミルウォーキー、サウス・セブンティフィフス・ストリート4002

(72)発明者 レオン・エイ・ガントリー  
アメリカ合衆国ウィスコンシン州ラシーン、ボーリーズ・レイン4212

(72)発明者 シー・ジェームズ・ロジャーズ  
アメリカ合衆国ウィスコンシン州ラシーン、サウス・レイクショー・ドライブ5133